

FACULDADE DE TECNOLOGIA E CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS – FATECS
CURSO: ENGENHARIA CIVIL

JOÃO PEDRO ILHA XAVIER

MATRÍCULA: 20912570/0

**VERIFICAÇÃO DAS PRESSÕES DISPONÍVEIS NOS
PONTOS DE ALIMENTAÇÕES PREDIAIS APÓS A
EXPANSÃO DA REDE DE ABASTECIMENTO PÚBLICO DE
ÁGUA DO SETOR DE INDÚSTRIA DO GAMA**

Brasília
2014

JOÃO PEDRO ILHA XAVIER

**VERIFICAÇÃO DAS PRESSÕES DISPONÍVEIS NOS
PONTOS DE ALIMENTAÇÕES PREDIAIS APÓS A
EXPANSÃO DA REDE DE ABASTECIMENTO PÚBLICO DE
ÁGUA DO SETOR DE INDÚSTRIA DO GAMA**

Trabalho de Curso (TC) apresentado
como um dos requisitos para a
conclusão do curso de Engenharia
Civil do UniCEUB - Centro
Universitário de Brasília

Orientador: Ana Paula Abi-faiçal
Castanheira

Brasília
2014

JOÃO PEDRO ILHA XAVIER

**VERIFICAÇÃO DAS PRESSÕES DISPONÍVEIS NOS
PONTOS DE ALIMENTAÇÕES PREDIAIS APÓS A
EXPANSÃO DA REDE DE ABASTECIMENTO PÚBLICO DE
ÁGUA DO SETOR DE INDÚSTRIA DO GAMA**

Trabalho de Curso (TC) apresentado
como um dos requisitos para a
conclusão do curso de Engenharia Civil
do UniCEUB - Centro Universitário de
Brasília

Orientador: Ana Paula Abi-faiçal
Castanheira

Brasília, 08 de março de 2014

Banca Examinadora

Eng^a. Civil: Ana Paula Abi-faiçal Castanheira
Orientadora

Eng. Civil: Jamaci Avelino do Nascimento Junior
Examinador Interno

Eng. Civil: Álvaro Bittencourt Henrique Silva
Examinador Externo

SUMÁRIO

1 . INTRODUÇÃO	1
1.1. OBJETIVO	2
2 . REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
2.1. CONCEPÇÃO DE PROJETO	3
2.1.1 Padrões da Água para Consumo	3
2.1.2 Zonas de Pressão e Válvulas Redutoras de Pressão	3
2.1.3 Ligações Prediais	5
2.1.4 Vazão	5
2.1.4.1. Vazão (Q)	6
2.1.4.2. Vazão de transição (Qt)	6
2.1.4.3. Vazão máxima (Qmáx)	6
2.1.4.4. Vazão mínima (Qmin)	6
2.1.4.5. Vazão nominal (Qn)	6
2.2. PERDA DE CARGA	7
2.2.1. Perda de Carga Distribuída	7
2.2.2. Perda de Carga Localizada	7
2.3. DIÂMETROS MÍNIMOS	8
2.4. PRESSÃO	8
3 . METODOLOGIA	9
3.1. DESCRIÇÃO DA ÁREA DE PROJETO	9
3.1.1. Localização	9
3.1.2. Ocupação do Solo	12
3.1.3. Dados Topográficos	14
3.1.4. População de Projeto	15
3.2. SISTEMA PRODUTOR E RESERVAÇÃO	19
3.3. REDES PRIMÁRIAS	21
3.4. REDES SECUNDÁRIAS	21
3.5. MATERIAIS ADOTADOS	22
3.5.1. Ferro Fundido	22
3.5.2. Cloreto de Polivinila - PVC	23
3.5.3. Vinilfer DeFOFO - MPVC	24
3.5.4. Cimento Amianto	25
3.6. CONSIDERAÇÕES PARA CONSUMO	25
3.7. VAZÃO	30
3.8. VELOCIDADE	31

3.9. PERDAS DE CARGA	32
3.10. PRESSÃO	33
3.11. DIMENSIONAMENTO E DE TUBULAÇÕES	33
4 . RESULTADO E DISCUSSÃO	36
5 . CONCLUSÃO	37
REFERÊNCIAS	38

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Croqui de Situação do Gama	11
Figura 2 - Croqui de Localização dos Setores do Gama	12
Figura 3 - Topografia do Gama	15
Figura 4 - Projeção Populacional	16
Figura 5 - Distribuição da População em 1998	17
Figura 6 - Distribuição da População em 2009	18
Figura 7 - Distribuição Populacional Prevista	18
Figura 8 - Classificação IQA (água bruta)	20
Figura 9 - Dados de Consumo	27
Figura 10 - Demanda de Vazões	30
Figura 11 - Vazões Estimadas	31
Figura 12 - Velocidade Máxima	32
Figura 13 - Resultados de Dimensionamento	35
Figura 14 - Croqui de Projeto	36

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Pressão Disponível a Montante	37
Gráfico 2 Pressão Disponível a Jusante	37

Agradecimentos

Agradeço aos meus pais, familiares, amigos e professores que me auxiliaram e me deram forças para mais esta etapa de minha vida.

RESUMO

Este estudo é um complemento e confirmação teórica da revisão e adequação do Projeto Técnico de Setorização/Adequação da Rede de Distribuição de água do Gama. A implantação deste projeto será feita em etapas estabelecidas por demanda e disponibilidade técnica e financeira.

A primeira etapa começou a ser executada em 2010, etapa em que se baseia o estudo da disponibilidade de pressão de acordo com o subitem 5.4.1 da NBR 12218/1994. As quadras QI-06 e QI-07 da Zona Alta do Gama serão futuramente ocupadas por residenciais multifamiliares, onde a pressão exigida é entre 10 m.c.a. e 50 m.c.a..

Os trechos analisados no projeto foram analisados, calculados e baseados nas normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e no modelo teórico de distribuição baseado no modelo de equilíbrio dos “nós” e os valores encontrados satisfazem as condições de pressão e vazão exigidas nos modelos teóricos de dimensionamento de rede de distribuição de água em anel, e nos projetos já realizados pela Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal (CAESB).

1. INTRODUÇÃO

A procura por moradia nas cidades brasileiras motiva as Secretarias de Planejamento e Desenvolvimento municipais a criação de novos centros urbanos e bairros que alteram as características de setores já existentes.

O Setor de Indústria do Gama – bairro a 40 km do Plano Piloto, Brasília – se estende por cerca de 110 ha no centro da cidade do Gama. Até cerca dos anos 2000, era basicamente ocupada por oficinas e pequenas indústrias, totalizando cerca de 1.800 habitantes. Investimentos na cidade, como a reforma do estádio Bezerrão, construção do Restaurante Comunitário do Gama e a extensão da Universidade de Brasília (UnB), entre outras mudanças, provocou uma aceleração da procura imobiliária na região.

Com o aumento da demanda em residências, apareceu a necessidade da criação do Plano Diretor Local (PDL) em 2006, que alterou o gabarito do Setor de Indústrias do Gama, permitindo a construção de condomínios de residências multifamiliares.

Anteriormente o sistema de abastecimento de água tinha sido dimensionado para o abastecimento de 1.800 pessoas com a alteração de ordenamento territorial, em 30 anos será esperado cerca de 46.000 habitantes. Para isto, foi realizada uma revisão para adequação do sistema de abastecimento de água, e reformas nas redes existentes, criação de novas redes de abastecimento de água e implantação do sistema. O projeto está previsto para execução em etapas, a adequação do projeto foi concebida de forma a incluir as zonas de expansão não previstas anteriormente.

1.1. OBJETIVO

Verificar se as pressões disponíveis no sistema de abastecimento de água das quadras QI-06 e QI-07 do Setor de Indústria Zona Alta da Região Administrativa do Gama – DF, compreendidos pelos trechos T84, T85, T86, T87, T88, T89, T90, T91, T92, T93, T94, T95, T96, T97, T98, T99 e T100 da futura rede de abastecimento de água da Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal (CAESB) estão de acordo com a norma NBR 12218/94, referente à pressão estática máxima e dinâmica mínima dessa zona de pressão estudada.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. CONCEPÇÃO DE PROJETO

2.1.1. Padrões da água para consumo

A água pode ser classificada potável quando é benéfica à saúde humana, agradável aos sentidos e adequada aos usos domésticos. Para suprir essas necessidades, a água deve ser entregue a seu destino (ao consumidor) com algumas características que garantam a segurança do consumo. São definidos como padrões de potabilidade os limites de tolerância das substâncias presentes na água assim como a inexistência de microrganismos contaminantes.

No Brasil os padrões de potabilidade da água são definidos pelo Ministério da Saúde pela PORTARIA 2914 de 2011. A Portaria teve por base critérios adotados pela Organização Mundial da Saúde (OMS). Em linhas gerais, o padrão de potabilidade são físicos (cor, turbidez, odor e sabor), químicos (presença de substâncias químicas) e bacteriológicos (presença de microrganismos vivos).

2.1.2. Zonas de Pressão e Válvula Redutora de Pressão

Para a delimitação dos sub-setores foram previstas válvulas redutoras de pressão (VRP's), as quais deverão ser reguladas para manter as pressões dentro da faixa recomendada pela norma brasileira NBR-12218/94 da ABNT.

As válvulas cumprem o papel de manter as pressões dentro dos valores desejados à medida que mantém a pressão de jusante constante mesmo com a variação da pressão a montante do equipamento.

As perdas em uma rede de abastecimento de água se devem principalmente a fatores como: pressões elevadas, grandes variações de pressão, deficiência de materiais e mão de obra empregada, vazamentos e perdas, assim como ligações ilegais e deficiência de manutenção. A introdução de válvulas redutoras de pressão (VRP) tem como objetivo agir sobre as causas de perdas físicas, ou seja, regulando e nivelando as pressões de operação de trechos ou do sistema como um todo.

A pressão em uma rede de abastecimento deve ser estabelecida para que as ligações prediais, industriais e residenciais não sejam prejudicadas. Através da NBR-12218/94 da ABNT, especifica para projeto de rede de distribuição de água para abastecimento público.

Neste projeto foi adotada a pressão estática máxima de 50 m.c.a. e a pressão dinâmica mínima de 10 m.c.a.. O modelo da VRP utilizado possui uma faixa de ajuste de 5 a 160 m.c.a. a jusante.

Além do estabelecimento na faixa de operação da pressão de projeto, com a estabilização da pressão com a VRP, existe a possibilidade de fadiga das tubulações e conexões, tanto das redes primárias e secundárias, quanto das instalações hidráulicas prediais.

Podem ocasionar problemas no funcionamento das VRPs, o bloqueio da mesma por materiais que se desprendem da rede e ficam retidos na válvula. A utilização de filtros impede este incidente, assim como facilita a manutenção periódica.

2.1.3. Ligações prediais

Com o intuito de padronizar e manter as instalações dentro da zona de pressões máxima admissível dos materiais, conexões e válvulas tanto das instalações públicas quanto das áreas internas a partir do medidor, utiliza-se os limites

recomendados pela norma NBR12218/1994. Os principais pontos relacionados ao desenvolvimento do projeto de abastecimento de água do Gama estão relacionados com a pressão e velocidade:

- A pressão estática máxima nas tubulações distribuidoras deve ser de 500 kPa, e a pressão dinâmica mínima, de 100 kPa.
- A velocidade mínima nas tubulações deve ser de 0,6 m/s, e a máxima, de 3,5 m/s; estes limites referem-se às demandas máximas diárias e horárias final da etapa de execução da rede.

2.1.4. Vazão

Corresponde à taxa de escoamento, ou seja, quantidade de material transportado através de uma seção determinada por unidade de tempo. É determinado como a área da seção em m² multiplicado pela velocidade em m/s.

Para o dimensionamento de redes malhadas (sistema de disposição utilizado pela CAESB na RA-Gama), as vazões que afluem a um nó deve ser igual a soma das vazões que saem do nó, modelo baseado em equilíbrio dos “nós” e conservação de energia.

2.1.4.1. Vazão (Q)

Quociente entre o volume de água que atravessa o medidor e o tempo de passagem deste volume.

2.1.4.2. Vazão de transição (Qt)

Vazão que define a separação entre as faixas superior e inferior de medição.

2.1.4.3. Vazão máxima ($Q_{m\acute{a}x}$)

Também denominada de vazão de sobrecarga, é a vazão até a qual o medidor pode funcionar de forma satisfatória por um curto período sem deteriorar-se e cujo valor é o dobro da vazão nominal.

2.1.4.4. Vazão mínima (Q_{min})

Vazão acima da qual o medidor deve permanecer dentro do limite de erros máximos admissíveis.

2.1.4.5. Vazão nominal (Q_n)

Vazão até a qual o medidor deve trabalhar contínua e satisfatoriamente, e que corresponda à sua designação. (Yassuda, Eduardo R. et al. Técnica de Abastecimento e Tratamento de Água. São Paulo: Cetesb / AECETESB, 1987.)

2.2. PERDA DE CARGA

O contato gerado pela movimentação da água no interior das tubulações faz com que parte da energia seja dissipada, provocando perda de pressão total do fluido ao longo do escoamento. Esta diferença de pressão ao longo da tubulação é denominada perda de carga. As perdas de carga são divididas em perda de carga distribuída e perda de carga localizada.

2.2.1. Perda de Carga Distribuída

É a perda de pressão causada pelo atrito entre o fluido e as paredes internas da tubulação. Está diretamente relacionada à rugosidade do material interno, assim mais lisa a parede interna do tubo, menor será a perda de carga hidráulica.

2.2.2. Perda de Carga Localizada

Este tipo de perda de pressão está relacionado a mudança de material interno, mudanças de sentido de escoamento com a utilização de joelhos e curvas, válvulas, conexões, reduções e redução ou estrangulação dos condutores. Sempre que possível em um sistema de abastecimento de água, procura-se reduzir o número de conexões para que tenhamos menos perda de energia.

2.3. DIÂMETROS MÍNIMOS

De acordo com o padrão de utilização de projetos e instalações da CAESB, foram admitidos os seguintes diâmetros internos mínimos, em função das perdas de carga e vazões disponíveis.

Rede Primária – DN 100 mm

Rede Secundária – DN 50 mm

2.4. PRESSÃO

Para o dimensionamento foram adotadas as seguintes pressões limites, de acordo com a norma NBR 12.218/94:

Máxima estática = 50 m.c.a.

Mínima dinâmica = 10 m.c.a.

3. METODOLOGIA

O objetivo do trabalho é demonstrar que as pressões em cada ponto de alimentação predial, atendem a norma 12218 que estabelece que a pressão mínima deverá ser de 10 m.c.a.. Os itens a seguir demonstram o dimensionamento realizado para consecução do objetivo do trabalho.

Primeiramente foi verificado o consumo exposto no item 3.1.. Em seguida foram verificados os parâmetros de projeto mostrados nos itens 3.2 a 3.5, utilizando os estudos realizados pela Concremat desenvolvido em dezembro de 2000.

Este programa teve que ser alimentado com dados retirados do programa da CAESB, Microstation.

3.1. DESCRIÇÃO DA ÁREA DO PROJETO

3.1.1. Localização

O Gama é a Região Administrativa RA-II do Distrito Federal, situado a sudoeste de Brasília a uma distância de aproximadamente 40 km do centro da capital federal do Brasil. Localizado entre as latitudes 15°09'56" e 16°02'33"S e as longitudes 48°03'00" e 48°05'27"W, Figura 1.

O setor norte do município é limitado por três rodovias denominadas DF-001, BR-060 e DF-280; a leste é limitada pela Cidade de Santa Maria; ao sul, o seu limite é com os municípios de Santo Antônio do Descoberto e Luziânia, pertencentes ao Estado de Goiás; à oeste se limita com o rio Descoberto. A Avenida Contorno demarca o perímetro urbano, limitando a área rural dos setores Norte, Oeste e Sul.

3.1.2. Ocupação do Solo

Os dados de ocupação são provenientes do PDL de 2006 do Gama. Os Setores Leste, Oeste, Norte e Sul apresentam quadras predominantemente residenciais com comércio local, complementadas com estabelecimentos de apoio à infraestrutura, tais como escolas, parques infantis, igrejas, cinemas, clubes, delegacia, quartéis, supermercado e outros de prestação de serviço público. O Setor Central é a área destinada para comércio e serviços de utilidade pública, como hospital, rodoviária e postos policiais.

É importante relatar que houve a alteração do uso e gabarito do Setor de Indústria do Setor Leste, que passou a admitir ocupação residencial multifamiliar, onde antes os lotes eram destinados em sua maioria ao uso industrial. Alterando os lotes de restrição R4 (industrial) para R3, que possibilita a implantação de unidades habitacionais multifamiliares.

Nas definições do PDL 2000 do Gama o uso e ocupação do solo foi dividida em 6 diferentes zonas de ocupação:

- Lotes de Máxima Restrição – R0

São áreas destinadas a uso residencial predominante, ocupadas atualmente por edifícios de habitação coletiva e encontra-se localizada na região norte do Setor Central de Gama.

- Lotes com Restrição – R1

São constituídas por todas as áreas ocupadas atualmente para uso predominantemente residencial, com lotes de habitação unifamiliar. Encontram-se localizadas ao longo de toda área urbana do Gama.

- Lotes com Restrição – R2

São áreas destinadas para uso comercial predominante, localizadas uniformemente distribuídas ao longo da área ocupada por lotes com restrição R1. Para estas áreas, o PDL 1996/1997 prevê a utilização de pavimento térreo como estabelecimentos comerciais, sendo os pavimentos superiores destinados para habitação.

- Lotes com Restrição – R3

São representadas por áreas destinadas para uso comercial predominante e ocupadas atualmente por estabelecimentos institucionais tais como centros educacionais, hospitais, delegacia de policia, Administração Regional do Gama e outros. Tal como na zona de ocupação de lotes com restrição R2, o PDL 1996/1997 prevê a utilização do pavimento térreo para atividades comerciais e os pavimentos superiores para fins residenciais.

- Lotes com Restrição – R4

São áreas caracterizadas por ocupação industrial, localizada no Setor Leste do Gama, acrescida de uma pequena área, ainda em fase inicial de ocupação, localizada no extremo oeste do Setor Oeste do Gama. O PDL 1996/1997 do Gama prevê também, para esta zona, uma certa taxa de ocupação para fins residenciais, dos pavimentos superiores das edificações ali assentadas.

- Lotes com Restrição – R5

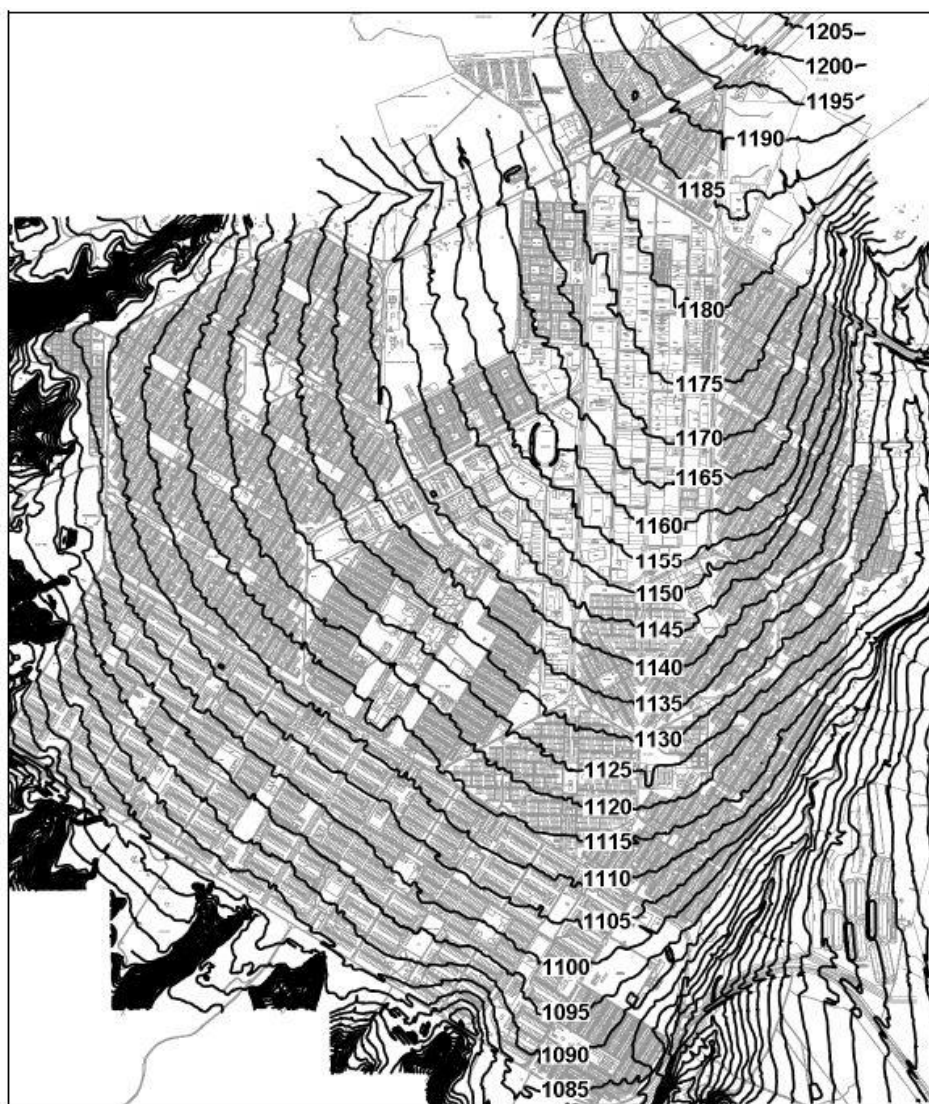
É caracterizada pela área ocupada pela Companhia Brasiliense de Cerveja Skol Caruaru S.A.

3.1.3. Dados Topográficos

Os dados topográficos da rede de distribuição foram obtidos a partir da base de dados da CAESB, baseado no programa Microstation.

As curvas de nível disponíveis são de 5 em 5 metros, e a área de estudo está localizada entre as cotas aproximadas 1195 e 1145 m em relação ao nível do mar, conforme se pode visualizar na Figura 3.

Figura 3 - Topografia do Gama



3.1.4. População de Projeto

O projeto utilizou os estudos populacionais elaborados pela Empresa CONCREMAT apresentados no “Estudo de Consolidação de Dados e Concepção do Sistema, realizado em 2000, de propriedade da CAESB, identificado como A.RED.GAM.005.I – Tomo 1”, com exceção do Setor de Indústria, onde foi adotado estudo próprio.

O Quadro 1 reproduz os dados de projeção populacional adotados no estudo da CONCREMAT, que foram elaborados pela Companhia de Planejamento do Distrito Federal (CODEPLAN) em 1997 com base nos resultados dos censos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) de 1970, 1980, 1991 e contagem de 1996.

Figura 4 - Projeção Populacional

Ano	População (hab)	Ano	População (hab)
1996	116.887	2009	158.087
1997	119.828	2010	161.199
1998	122.984	2011	164.292
1999	126.167	2012	167.372
2000	129.367	2013	170.443
2001	132.573	2014	173.511
2002	135.785	2015	176.573
2003	139.005	2016	179.549
2004	142.223	2017	182.731
2005	145.432	2018	185.628
2006	148.625	2019	188.946
2007	151.799	2020	192.036
2008	154.954		

A partir dos levantamentos e pesquisas feitas por ocasião das inspeções de campo, chegou-se à distribuição da população de 1998 dentro da área de projeto, segundo as zonas de ocupação definidas no item 3.1.2., conforme mostra o Figura 5.

Figura 5 - Distribuição da População em 1998

Zona de Ocupação	Pop. (hab)	Área (ha)	Densidade (hab/ha)	Obs.:
R0	11.788	19,03	619,44	1
R1	75.042	779,23	96,30	2
R2	36.154	375,42	96,30	
R3	0	219,88	0,00	
R4	0	113,37	0,00	
R5	0	4,80	0,00	
Parque Urbano	0	53,98	0,00	
Total	122.984	1.565,71	-	

1: População obtida através do levantamento da quantidade de apartamentos existentes, para os quais foram admitidas a taxa de 4,29 hab/domicílio. Verificada em 1996 pelo IBGE.

2: População total do Gama levantado pelo IBGE, descontando-se a população da Zona R0.

Para o ano de 2009, a distribuição populacional prevista dentro da área de projeto foi a mostrada na Figura 6.

Figura 6 - Distribuição Populacional em 2009

Zona de Ocupação	Pop. (hab)	Área (ha)	Densidade (hab/ha)
R0	11.788	19,03	619,44
R1	98.732	779,23	126,70
R2	47.567	375,42	126,70
R3	0	219,88	0,00
R4	0	113,37	0,00
R5	0	4,80	0,00
Parque Urbano	0	53,98	0,00
Total	122.984	1.565,71	-

Para o ano de fim de plano, a distribuição populacional prevista para a cidade do Gama é a apresentada na Figura 7.

Figura 7 - Distribuição Populacional Prevista

Zona de Ocupação	Pop. (hab)	Área (ha)	Densidade (hab/ha)
R0	11.788	19,03	619,44
R1	115.363	779,23	148.05
R2	55.580	375,42	148.05
R3	0	219,88	0,00
R4	0	113,37	0,00
R5	0	4,80	0,00
Parque Urbano	0	53,98	0,00
Total	182.731	1.565,71	-

Quanto à área do Setor de Indústria, apresentou três cenários populacionais, tendo em vista a mudança de uso e gabarito que possibilita a implantação de unidades habitacionais multifamiliares:

- Cenário A: cenário atual com população existente no setor – 1.760 habitantes até 2000;
- Cenário B: considera os projetos já protocolados na Administração Regional do Gama para aprovação, com população estimada de 11.600 habitantes até 2011;
- Cenário C: população estimada de 46.000 até 2040.

O relatório de Viabilidade Técnica EPRC-10/015, que avaliou os impactos dessa mudança nos sistemas existentes, informa que nos estudos populacionais efetuados dentro da Revisão do Plano Diretor da Caesb – PDL 2000, a população prevista

para toda a RA do Gama é de 240.365 habitantes em 2040. Dessa forma, considerando que o mesmo documento prevê a população de 2010 como sendo de 168.145 habitantes, a expansão do Gama deverá se limitar a 72.220 habitantes.

Considerando o cenário “c”, ou seja, 46.000 habitantes até 2040, o crescimento definido por parte da Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente (SEDUMA) mostra-se compatível com aquele previsto para o Gama no mesmo período. Importante observar que o adensamento do Setor de Indústria Leste conforme proposto implicará no crescimento menos acentuado nas demais regiões do Gama, visto que, no cenário entre 2010 e 2040, a SEDUMA propõe 46.000 habitantes para a área em questão e a revisão do PDL-2000 prevê 72.220 habitantes para toda a RA do Gama.

Dessa forma, para o Setor de Indústria que possui cerca de 110 ha de área, foi adotada a população de 46.000 habitantes, ou seja, 417 hab/ha.

3.2. SISTEMA PRODUTOR E RESERVAÇÃO

Como forma de controle e de classificação quanto à qualidade da água bruta captada, a CAESB utiliza o Índice de Qualidade das Águas (IQA), que permite uma avaliação sistemática e simplificada das condições bacteriológicas e físico-química da água em um corpo d'água.

Para o cálculo do IQA são considerados oito parâmetros: cor, turbidez, amônia, ferro, cloreto, pH, DQO (Demanda Química de Oxigênio) e coliformes fecais. Esse índice varia de 0 a 100, e a qualidade da água é enquadrada nas classes segundo a Figura 8.

O abastecimento da região de Gama é feito pelo Sistema Produtor do Rio Descoberto, ao qual seguindo o cálculo IQA, obteve índice 76.

O sistema, atualmente em operação, é constituído de dois reservatórios sendo o RAP-GA1 de 10.000 m³, que recebe a água do sistema Descoberto e abastece as

redes de distribuição da zona alta da cidade, além de alimentar outro reservatório, o RAP-GA2, com capacidade de 3.600 m³ que, por sua vez, alimenta as redes de distribuição da parte baixa da cidade.

Figura 8 - Classificação IQA (água bruta)

IQA	Classificação
91 – 100	Ótima
80 – 90	Muito Boa
52 – 79	Boa
37 – 51	Aceitável
20 – 36	Imprópria para tratamento convencional
0 - 19	Imprópria

Os dados e características dos reservatórios são apresentados a seguir.

- Reservatório RAP-GA1

Capacidade: 10.000 m³ (2 Câmaras de 5.000 m³)

Dimensões: Comprimento = 62,0 m; Largura = 30,0 m; Altura = 5,22 m

Material: Concreto Armado

Cota do Fundo: 1.209,72 m

NAmáx: 1.215,00 m

- Reservatório RAP-GA2

Capacidade: 3.600 m³ (2 câmaras de 1.800 m³)

Dimensões: Comprimento = 60,0 m; Largura = 30,0 m; Altura = 2,0 m

Material: Concreto Armado

Cota do Fundo: 1.161,50 m

NAmáx: 1.163,50 m

Complementarmente a esse sistema, o Gama dispõe, ainda, de 4 mananciais superficiais (Crispim, Olhos D'Água, Alagado e Ponte de Terra), dos quais somente operam as captações CAP-CR1 e CAP-CR2, que alimentam exclusivamente a fábrica da Skol, e a captação CAP-PT2, que no período de estiagem alimenta diretamente o reservatório RAP-GA2. As demais captações encontram-se desativadas.

É importante salientar que futuramente o sistema Corumbá complementar a produção do sistema Descoberto, e que medidas visando à licitação para a contratação de obras do novo sistema já estão em andamento. Dessa forma é previsto, no futuro, o abastecimento da área de estudo pelo sistema integrado Corumbá-Descoberto.

3.3. REDES PRIMÁRIAS

Procurou-se manter a concepção de redes primárias estabelecida no projeto de setorização elaborado pela CONCREMAT. No entanto, algumas adaptações foram realizadas devido a alterações no cadastro das redes existentes, e também de forma a melhorar o sistema de manobra e reduzir o número de registros, conforme diretrizes para redução de perdas de água.

Vale destacar que na definição do traçado das redes primárias foi tomado um cuidado especial no sentido de manter o mesmo caminhamento das redes principais existentes, de tal modo que, dependendo dos resultados do dimensionamento hidráulico, as redes existentes pudessem ser aproveitadas e integradas ao novo sistema a ser implantado.

3.4. REDES SECUNDÁRIAS

Todas as redes secundárias localizadas nas vielas nos fundos dos lotes serão desativadas e novas redes serão executadas na frente dos lotes. Isso porque embora as vielas sejam áreas públicas, na prática encontram-se ocupadas inviabilizando os serviços de manutenção e dificultando o acesso para leitura dos hidrômetros. Além disso, as redes secundárias do Setor de Indústria foram redimensionadas de forma a comportar o acréscimo de demanda previsto com a alteração do uso e gabarito do setor. Dessa forma, com exceção de alguns trechos que foram substituídos recentemente, todas as redes do Setor de Indústria serão substituídas. Foram previstos oito anéis de manobra para o setor, sendo seis deles pertencentes à zona alta e dois à zona baixa do RAP-GA1.

O Setor Leste abrangido pela 1ª Etapa da setorização foi dividido em oito anéis de distribuição, de forma a não se ter áreas de manobra que causem transtorno a um número muito grande de usuários durante os procedimentos de manutenção. Como a área é urbanizada, optou-se por executar redes duplas(em ambos os lados das ruas), de forma a diminuir a quantidade de cortes no asfalto no momento da execução dos novos ramais prediais. Quanto ao Setor Norte, a rede foi substituída recentemente baseada na concepção original prevista de setorização.

3.5. MATERIAIS ADOTADOS

A escolha do material a ser adotado em várias etapas do projeto, leva em consideração aspectos como:

- Natureza química e temperatura do material, no caso água para abastecimento;
- Condições de exposição: diferenciação à incidência de radiação solar, esforços de movimentação;

- Tipo de junta.

Além destas características, deve ser levada em conta a facilidade com que será feita a instalação e manutenção da rede, expectativa de vida útil e pressão. Obviamente para o desenvolvimento e execução da rede o custo dos materiais, conexões, instalação e manutenção são primordiais.

3.5.1. Ferro Fundido

Os tubos metálicos foram os primeiros produzidos em escala industrial para o transporte e abastecimento de água, seu início na metade do século XVII na França. Pelo longo tempo em que foi utilizado as informações de desempenho sob uso prolongado são mais confiáveis que outros materiais.

Em modo geral as vantagens comparativas do material são a resistência ao calor e resistência mecânica, reduzida dilatação térmica e resistência à exposição prolongada à radiação ultravioleta e à ação do tempo. No entanto a execução das juntas e conexões e o manuseio são de maior dificuldade. Também entram como desvantagens a baixa flexibilidade e elasticidade, susceptibilidade à corrosão, maior custo relativo de aquisição e maior facilidade para acúmulo de depósitos por corrosão, suspensões e precipitações.

Os tubos metálicos são especialmente indicados para uso em funções onde ficarão submetidos a elevadas pressões e onde ficarão expostos ao sol. Sendo assim no projeto foi determinado que para diâmetros maiores que 400 mm (locais submetidos às maiores pressões do projeto), o material adotado será ferro fundido.

3.5.2. Cloreto de Polivinila – PVC

O PVC é o único plástico que não é totalmente originário do petróleo, é uma combinação de 57% de cloro (derivado do sal de cozinha) e 43% proveniente do eteno (derivado do petróleo). Sua fabricação e utilização teve início por volta de 1970, sendo assim os conhecimentos sobre sua vida útil limitada, sendo informado que a média varia entre 40 e 60 anos.

Com a larga utilização do material principalmente na construção civil, o custo-benefício do PVC é um dos maiores, entra como vantagens comparativas o baixo peso, boa durabilidade quando abrigados da ação do tempo, baixa condutividade térmica e elétrica, facilidade de manuseio e instalação de juntas e conexões e a pouca acumulação de detritos.

Entretanto os tubos e conexões plásticos também apresentam desvantagens comparadas principalmente às instalações metálicas, baixa resistência ao calor e mecânica, elevada dilatação térmica e baixa resistência aos efeitos de fadiga mecânica e térmica.

Para o projeto, a utilização do PVC marrom será adequada quando o diâmetro externo for entre 60 e 110 mm, sendo assim em instalações protegidas das ações do tempo e com pressões menores, até 75 m.c.a. (pressão máxima de serviço do material).

3.5.3. Vinilfer DEFoFo – MPVC

O PVC DEFoFo (Diâmetro de ferro fundido) são fabricados em PVC rígido com composto modificador de impacto, trabalhando com pressão de serviço de até 100 m.c.a.. Sua utilização é basicamente para abastecimento de água, pois possui diâmetros externos idênticos aos tubos e conexões de ferro fundido, sendo possível

o acoplamento direto sem procedimentos ou adaptadores especiais. As próprias conexões de MPVC DEFoFo são de ferro fundido, exceto as luvas de junta elástica integrada, que faz as ligações entre tubos de maneira prática e menor esforço de inserção.

Devido ao composto modificador de impacto que é adicionado ao PVC comum, o MPVC possui elevada resistência a impactos e melhor desempenho hidráulico, decorrente da superfície interna lisa. Graças a luva de junta elástica a instalação e manutenção foram facilitadas. A produtividade conta como principal fator para a escolha deste material em abastecimento de água.

A principal desvantagem do MPVC é o custo em relação ao PVC comum e em grandes diâmetros até mesmo com o ferro fundido. No projeto o MPVC será utilizado para diâmetros externos de 150 a 400 mm, fazendo assim a ligação entre as tubulações de PVC marrom e de ferro fundido.

3.5.4. Cimento Amianto

O cimento amianto foi intensivamente utilizado para transporte de água pela sua abundância e baixo custo de instalação, e suas propriedades, tais como grande resistência mecânica e à temperatura elevada, qualidade de isolamento, resistente e durável.

Entretanto a exposição ao amianto está relacionada a diversas patologias e é classificado pela Agência Internacional de Pesquisa (IARC) como cancerígeno, a utilização de cimento amianto já é proibido em 52 países. No Brasil as tubulações, assim como caixas d'água de cimento amianto não são proibidos, mas a sua utilização está em decréscimo. Seguindo os novos procedimentos, as instalações de cimento amianto serão substituídas por PVC ou ferro fundido dependendo do diâmetro.

Utilizados para o abastecimento de água principalmente a partir dos anos 30, muitas redes brasileiras ainda possuem trechos de cimento amianto, porém nas ampliações e renovações destes sistemas, o cimento amianto está sendo largamente substituído.

3.6. CONSIDERAÇÕES PARA CONSUMO

O projeto utilizou o estudo de vazões elaborados pela CONCREMAT apresentados no “Estudo de Consolidação de Dados e Concepção do Sistema” (A.RED.GAM.005.I – Tomo 1), com exceção do Setor de Indústria, onde foram adotados critérios mais recentes de consumo.

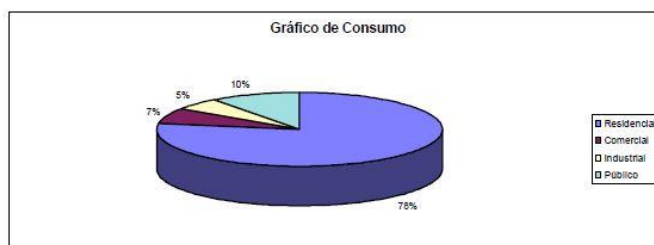
Tendo como objetivo avaliar o consumo “per-capita” verificado na área urbana do Gama, a CONCREMAT obteve junto à equipe de comercialização da CAESB o REFAI – Resumo do Faturamento por Faixa de Consumo – dos últimos meses do ano de 1997, onde se encontram especificadas as quantidades de economias atendidas, segundo as classes de consumidores e os seus respectivos volumes de consumo, mês a mês. A Figura 9 mostra o resumo destes dados verificados ao longo do ano de 1997, e os “per-capita” resultantes.

A partir dos dados da Figura 9, alguns parâmetros verificados para o Gama, os 10 meses de 1997, podem ser constatados:

- Consumo residencial: 77,4% do total
- Consumo comercial: 7,1% do total
- Consumo industrial: 5,3% do total
- Consumo público: 10,2% do total

Figura 9 - Dados de Consumo

Período	Economias com Hidrômetro					Consumo (m ³)					População(hab) (3)	"PER-Capita" (l/hab x dia)	
	Residencial	Comercial	Industrial	Público	Total	Residencial	Comercial	Industrial	Público	Total		(1)	(2)
Fev/97	28.511	3.113	356	2.642	34.622	508.453	43.723	46.344	58.721	657.241	122.312	139	179
Mar/97	28.640	3.091	356	2.640	34.727	456.827	41.195	42.830	57.822	598.674	122.866	124	162
Abr/97	28.702	3.104	353	2.645	34.804	486.264	44.147	35.330	63.888	629.629	123.132	132	170
Mai/97	28.771	3.132	340	2.645	34.888	465.553	42.165	35.242	63.145	606.105	123.428	126	164
Jun/97	28.969	3.135	344	2.645	35.093	474.577	43.892	36.491	67.750	622.710	124.277	127	167
Jul/97	29.185	3.153	345	2.652	35.335	466.920	43.713	29.765	65.763	606.161	125.204	124	161
Ago/97	29.305	3.156	345	2.652	35.458	505.284	47.377	19.150	63.584	635.395	125.718	134	168
Set/97	29.417	3.200	340	2.653	35.610	537.797	48.002	27.706	73.876	687.381	126.199	142	182
Nov/97	29.586	3.173	335	2.654	35.748	544.902	48.675	40.619	70.218	704.414	126.924	143	185
Dez/97	29.657	3.163	332	2.655	35.807	486.117	45.312	23.195	68.183	622.807	127.229	127	163
Média	29.074	3.142	345	2.648	35.209	493.269	44.820	33.667	65.295	637.052	124.729	132	170



(1) Considerando somente consumo residencial

(2) Incluindo consumos de estabelecimentos comerciais, industriais e públicos

(3) Adotando 4,6 hab/economia

Considerando que para o Gama, as áreas de uso industrial e público/comercial encontram-se bem caracterizadas, inclusive pelo PDL, correspondendo, respectivamente, às zonas de ocupação R4/R5 e R3, para a determinação das vazões de demanda de água ao longo do período de projeto para esses fins, no projeto desenvolvido pela CONCREMAT, foi utilizada a seguinte sistemática:

- Demandas de água para uso industrial: Conforme mostrado no Quadro 4, o parque industrial de Gama representado pelas zonas R4 e R5 ocupa uma área de 118,17 ha. Para esta área, segundo os dados operacionais de 1997 apresentados na Figura 4 a média mensal distribuída foi de 33.667 m³, resultando num índice de 0,11 l/s.ha. Assim, admitindo-se uma perda da ordem de 25% na distribuição, índice médio que se verifica para o sistema de distribuição de água do Distrito Federal, decorrentes, principalmente, de vazamentos e rompimentos das tubulações, será

adotada uma taxa de 0,14 l/s.ha no início de plano. Esta taxa será admitida crescente ao longo do período de projeto, até atingir o valor de 0,18 l/s.ha no fim de plano, tendo em vista que, segundo observações feitas durante as inspeções de campo, existem, ainda, cerca de 30% de áreas não ocupadas.

- Demandas de água para uso público: As áreas de uso público, representada pela zona R3, compreendem uma extensão de 219,88 ha, para as quais foram distribuídos em média 65.295 m³/mês em 1997, resultando num índice de 0,11 l/s.ha. Assim, admitindo o mesmo percentual de perdas, será adotada uma taxa de 0,14 l/s.ha, no início de plano. Para o fim de plano, considerando-se que há, também, uma disponibilidade de aproximadamente 30% de lotes a serem ainda ocupados, será adotada uma taxa de 0,18 l/s.ha, com crescimento linear ao longo do período de projeto.
- Demandas de água para uso residencial/comercial: Considerando que as áreas comerciais caracterizadas pela zona R2 encontram-se distribuídas ao das áreas residenciais (Zona R1), sendo, ainda, de maneira geral, o pavimento inferior utilizado para atividades comerciais e o pavimento superior para fins residenciais, o consumo para uso comercial será rateado dentro das demandas de uso residencial. Assim, tendo em vista que a média de consumo verificada em 1997, englobando os de uso residencial e comercial foi de 538.089 m³ por mês distribuído para uma população estimada de 124.729 habitantes, verificasse que o “Per capita” resultante foi de 170,0 l/hab.dia. Deste modo, admitindo os mesmos 25% de perdas na distribuição, será adotado um “per capita” de 215,0 l/hab.dia, constante ao longo do período de projeto.

De acordo com esta setorização proposta, em função da participação de cada uma das zonas homogêneas de ocupação, em termos de área, para a formação dos

setores de distribuição foram previstas as demandas de vazões ao longo do período de projeto conforme apresentadas no Figura 10.

Figura 10 - Demanda de Vazões

Setor	Z.Homog.	Área(ha)	Densidade(hab/ha)			População(hab)			Vazão (/s)		
			1998	2009	2017	1998	2009	2017	1998	2009	2017
RAP-GA1 Alta	Ro	0,00	619,44	619,44	619,44	0	0	0	0,00	0,00	0,00
	R1	83,99	96,30	126,70	148,05	8.088	10.642	12.435	36,23	47,67	55,70
	R2	30,31	96,30	126,70	148,05	2.919	3.840	4.487	13,07	17,20	20,10
	R3	45,66	0,00	0,00	0,00	0	0	0	6,39	7,31	8,22
	R4	79,55	0,00	0,00	0,00	0	0	0	11,14	12,73	14,32
	R5	4,80	0,00	0,00	0,00	0	0	0	0,67	0,77	0,86
Pq Urbano											
Sub-Total		244,31	-	-	-	11.007	14.482	16.922	67,50	85,67	99,20
RAP-GA1 Baixa	Ro	17,65	619,44	619,44	619,44	10.933	10.933	10.933	48,97	48,97	48,97
	R1	71,88	96,30	126,70	148,05	6.922	9.107	10.642	31,00	40,79	47,67
	R2	45,09	96,30	126,70	148,05	4.342	5.713	6.676	19,45	25,59	29,90
	R3	41,40	0,00	0,00	0,00	0	0	0	5,80	6,62	7,45
	R4	9,55	0,00	0,00	0,00	0	0	0	1,34	1,53	1,72
	R5	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0	0	0,00	0,00	0,00
Pq Urbano											
Sub-Total		185,57	-	-	-	22.197	25.753	28.251	106,56	123,50	135,71
RAP-GA2 Baixa	Ro	0,00	619,44	619,44	619,44	0	0	0	0,00	0,00	0,00
	R1	310,89	96,30	126,70	148,05	29.939	39.390	46.027	134,10	176,43	206,16
	R2	153,41	96,30	126,70	148,05	14.773	19.437	22.712	66,17	87,06	101,73
	R3	54,64	0,00	0,00	0,00	0	0	0	7,65	8,74	9,84
	R4	24,27	0,00	0,00	0,00	0	0	0	3,40	3,88	4,37
	R5	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0	0	0,00	0,00	0,00
Pq Urbano											
Sub-Total		543,21	-	-	-	44.712	58.827	68.740	211,32	276,12	322,10
RAP-GA2 Alta	Ro	1,38	619,44	619,44	619,44	855	855	855	3,83	3,83	3,83
	R1	312,47	96,30	126,70	148,05	30.091	39.590	46.261	134,78	177,33	207,21
	R2	146,61	96,30	126,70	148,05	14.119	18.575	21.706	63,24	83,20	97,22
	R3	78,18	0,00	0,00	0,00	0	0	0	10,95	12,51	14,07
	R4	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0	0	0,00	0,00	0,00
	R5	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0	0	0,00	0,00	0,00
Pq Urbano											
Sub-Total		538,64	-	-	-	45.064	59.020	68.822	212,80	276,87	322,34
Total		1.511,73	-	-	-	122.981	158.082	182.734	598,18	762,16	879,34

Vale ressaltar que, na época de elaboração do estudo descrito acima, o Setor de Indústria se enquadrava em sua maioria no nível de restrição R4 (industrial). A alteração de uso e gabarito ocorrida passou a considerar os lotes como de restrição R3. No redimensionamento das redes da área do Setor de Indústria parâmetros recentes foram utilizados. Foi adotado o consumo médio per capita de 120 l/hab.dia e índice de perdas de 24,28%, que é a hipótese mínima para a área do Gama no ano de 2040, ambos dados apresentados na revisão do PDL-2000.

A figura 11 resume as vazões estimadas para o cenário “c” (46.000 habitantes) do Setor de Indústria.

Figura 11 - Vazões estimadas

Local	Zona	Vazão Horária
Setor de Indústria	Zona Alta	119,36

3.7. VAZÃO

As vazões nos nós da rede foram calculadas por meio das equações a seguir, sendo que as tubulações foram dimensionadas com base na vazão máxima horária e diária.

População (P)

$P = \text{Taxa de ocupação} \times \text{Área de influência do nó}$

Vazão média (Q_m) em l/s, Equação 1

$$Q_m \left(\frac{l}{s} \right) = \frac{q * P}{84600 * \left(1 - \frac{\% \text{ Perdas}}{100} \right)} \quad \text{Eq(1)}$$

Vazão do dia de maior consumo (Q_d), Equação 2:

$$Q_d = K1 * Q_m \quad \text{Eq(2)}$$

Vazão máxima horária (Q_h), Equação 3:

$$Q_d = K2 * Q_m \quad \text{Eq(3)}$$

onde:

$K1$ = Coeficiente do dia de maior consumo: 1,2;

$K2$ = Coeficiente da hora de maior consumo: 1,5;

q = Consumo médio per capita.

3.8. VELOCIDADE

De acordo com a NBR 12218, a velocidade mínima para uma rede de abastecimento é 0,6m/s e máxima 3,5 m/s. A velocidade máxima é determinada em função do diâmetro e do tipo da rede, assim como a vazão máxima Q. De acordo com a Figura 12.

Figura 12 - Velocidade Máxima

D (mm)	V _{máx} (m/s)	Q _{máx} (L/s)
50	0,50	1,0
75	0,50	2,2
100	0,60	4,7
150	0,80	14,1
200	0,90	28,3
250	1,10	53,9
300	1,20	84,8
350	1,30	125,0
450	1,50	238,0

3.9. PERDAS DE CARGA

Para definição dos diâmetros da rede, utilizou-se a equação da continuidade e as perdas de cargas distribuídas (h_f) obtidas através da fórmula universal - Equação 4, utilizando-se, para o cálculo do coeficiente de perda de carga (f), a equação de Colebrook - Equação 5, sendo que o número de Reynolds é calculado através da Equação 6.

Fórmula universal. Equação 4.

$$Hf = f * \frac{L * V^2}{D * 2 * g} \quad \text{Eq(4)}$$

Fórmula de Colebrook. Equação 5.

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = \frac{2 * \log(0,27 * k + 2,51)}{D * Re * \sqrt{f}} \quad \text{Eq(5)}$$

Fórmula de Reynolds. Equação 6.

$$Re = \frac{V * D}{\nu} \quad \text{Eq(6)}$$

onde:

Hf é a perda de carga distribuída (m)

f é o coeficiente de perda de carga (adimensional)

L é o comprimento (m)

D é o diâmetro (m)

V é a velocidade média do escoamento (m/s)

g é a aceleração da gravidade (m/s²)

K é o coeficiente de rugosidade equivalente (mm)

Re é o número de Reynolds (adimensional)

ν é a viscosidade cinemática da água (m²/s)

3.10. PRESSÃO

Conhecida a cota CT (m) em cada nó do sistema, tanto jusante quanto montante e a cota piezométrica CP (m), é determinado a pressão disponível $H_{disponível}$ (mca) através da Equação 7.

$$H_{disponível} = CP - CT \quad \text{Eq(7)}$$

3.11. DIMENSIONAMENTO DE TUBULAÇÕES

Somente foram simuladas as vazões nas redes em que houve alteração de concepção ou vazão em relação ao projeto original. Quanto aos demais trechos, foi adotado o dimensionamento apresentado no relatório.

Para dimensionamento da rede de distribuição das áreas inclusas na 1ª etapa da setorização, utilizou-se o programa CRede 2001 versão 7.3.3 da Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica - FCTH. Devido à extensão da área, a rede foi dividida em quatro partes para o dimensionamento, compreendendo a área do Setor de Indústria Zona Alta, Setor de Indústria Zona Baixa, Setor Leste quadras 44 a 47 e Setor Leste demais quadras inclusas na 1ª etapa.

Foram consideradas no dimensionamento duas situações críticas:

1. Vazões máximas horárias em toda a rede, avaliando-se as pressões dinâmicas máximas e mínimas;
2. Vazões nulas em toda a rede, avaliando-se as pressões estáticas máximas.

Foi utilizada a fórmula universal da perda de carga, adotando-se os seguintes parâmetros para o cálculo das redes:

1. Redes primárias: coeficiente de rugosidade $K = 0,2\text{mm}$;
2. Redes secundárias: coeficiente de rugosidade $K = 1,0\text{mm}$.

Os resultados dos cálculos utilizando o programa CRede estão apresentados no Figura 13. O esboço do projeto da área considerada nessa investigação pode ser observado na Figura 14.

Figura 13 - Resultados de Dimensionamento

Trecho	Nó a montante	Nó a jusante	Extensão	Vazão (l/s)	DN (mm)	f	Vel (m/s)	ΔH (m/km)	ΔH (m)	H disponível montante (mca)	H disponível jusante (mca)	CT montante (m)	CT jusante (m)	CP montante (m)	CP jusante (m)
84	N70	N71	125.19	2.15	75	0.043	0.46	6.04	0.756	28.99	28	1170.69	1170.92	1199.68	1198.92
85	N70	N72	231.61	4.04	100	0.039	0.51	5.32	1.232	28.99	32.73	1170.69	1165.71	1199.68	1198.44
86	N72	N73	66.6	0.69	50	0.05	0.3	4.08	0.272	32.73	33.47	1165.71	1164.7	1198.44	1198.17
87	N73	N74	41.02	0.53	50	0.051	0.22	2.4	0.099	33.47	34.22	1164.7	1163.85	1198.17	1198.07
88	N75	N74	66.27	0.55	50	0.051	0.24	2.67	0.177	33.35	34.22	1164.89	1163.85	1198.24	1198.07
89	N72	N75	41.51	1.89	75	0.043	0.4	4.67	0.194	32.73	33.36	1165.71	1164.89	1198.44	1198.25
90	N75	N76	39.02	1.1	50	0.049	0.47	10.1	0.394	33.36	33.65	1164.89	1164.2	1198.25	1197.85
91	N76	N77	66.56	0.14	50	0.054	0.06	0.17	0.012	33.65	34.69	1164.2	1163.15	1197.85	1197.84
92	N74	N77	38.51	0.84	50	0.05	0.36	5.91	0.228	34.22	34.69	1163.85	1163.15	1198.07	1197.84
93	N77	N78	42.52	0.72	50	0.05	0.31	4.4	0.187	34.69	35.44	1163.15	1162.21	1197.84	1197.65
94	N79	N78	66.54	0.07	50	0.04	0.03	0.03	0.002	34.39	35.44	1163.26	1162.21	1197.65	1197.65
95	N76	N79	43.52	0.73	50	0.05	0.31	4.5	0.196	33.65	34.39	1164.2	1163.26	1197.85	1197.65
96	N79	N80	43.52	0.41	50	0.052	0.17	1.48	0.065	34.39	35.57	1163.26	1162.02	1197.65	1197.59
97	N80	N94	66.6	0.27	50	0.054	0.11	0.65	0.044	35.57	36.57	1162.02	1160.97	1197.59	1197.54
98	N78	N94	45.52	0.52	50	0.051	0.22	2.33	0.106	35.44	36.57	1162.21	1160.97	1197.65	1197.54
99	N94	N95	57.95	0.62	50	0.05	0.26	3.27	0.190	36.57	36.94	1160.97	1160.41	1197.54	1197.35
100	N71	N95	399.69	0.67	50	0.05	0.29	3.89	1.555	27.99	36.94	1170.92	1160.41	1198.91	1197.35

Figura 14 - Croqui de Projeto



4. RESULTADO E DISCUSSÃO

Para uma melhor visualização dos resultados do projeto, as pressões disponíveis a jusante e montante extraídas dos resultados de dimensionamento, foram montadas no Gráfico 01 – pressão disponível a jusante e no Gráfico 02 – pressão disponível a montante. As linhas definem a pressão mínima e máxima para ligações prediais de acordo com a NBR 12218/94.

Gráfico 01 - Pressão Disponível a montante

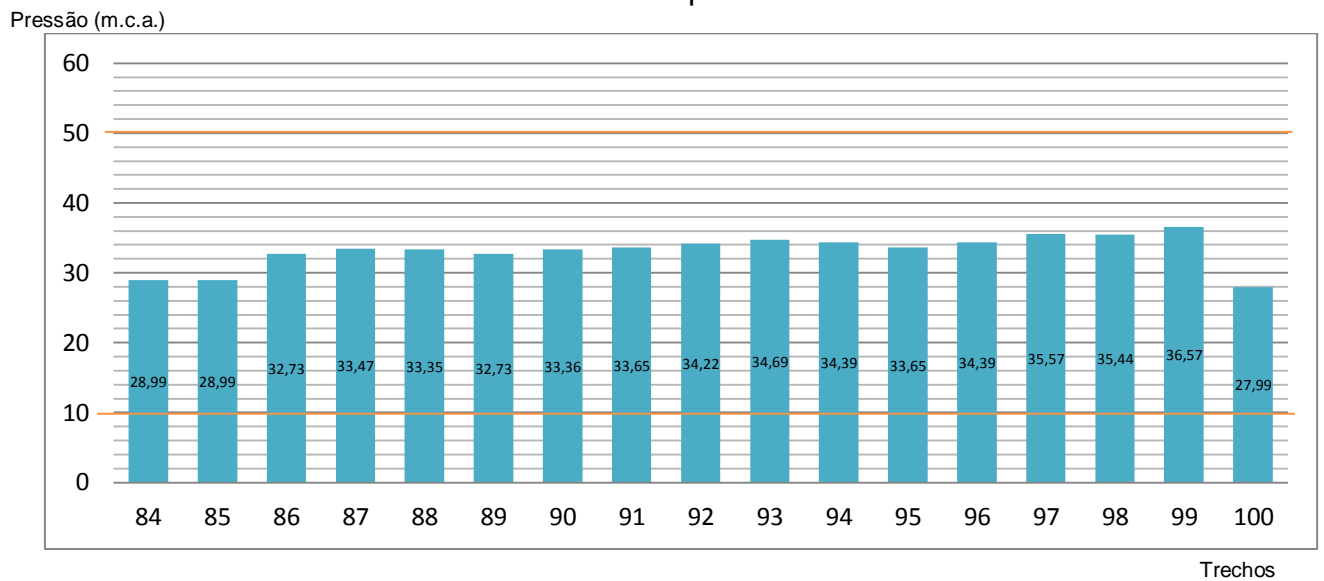
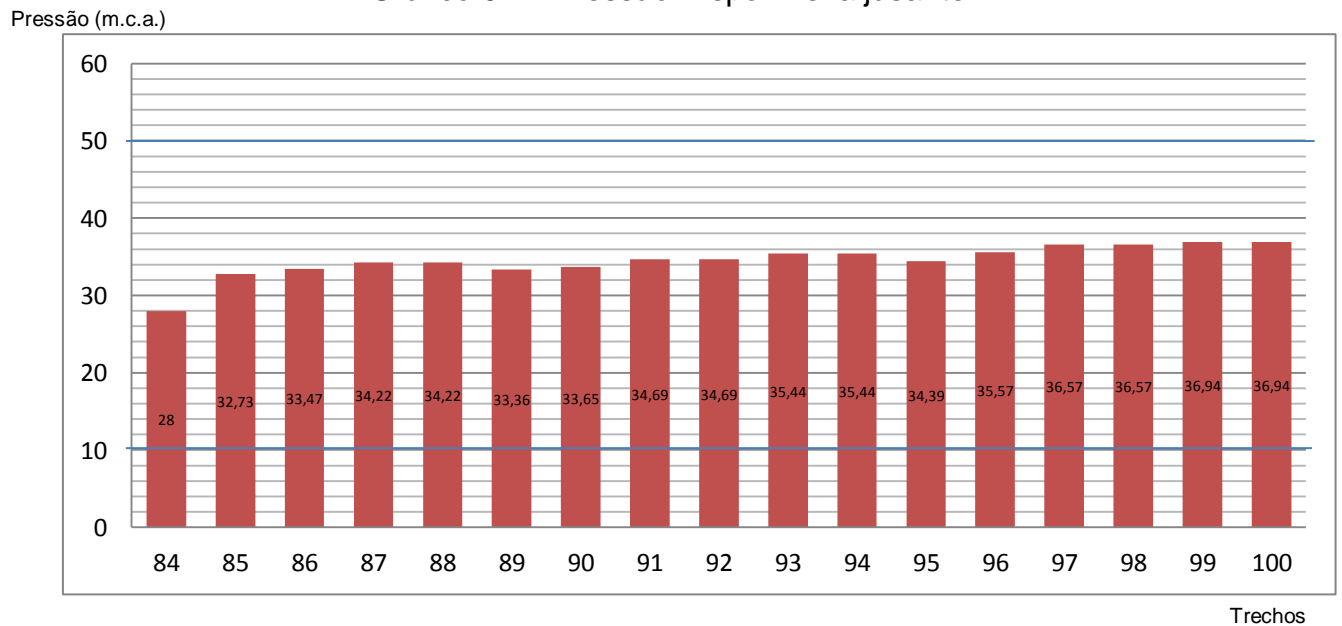


Gráfico 02 – Pressão Disponível a jusante



5. CONCLUSÃO

A crescente demanda por novas áreas para o desenvolvimento populacional modifica áreas que foram planejadas para uma determinada ocupação humana. A cidade do Gama nos últimos anos teve um grande crescimento econômico, que atraiu novos moradores que trabalham na própria cidade, como no plano piloto, que concentra os serviços públicos federais.

A boa localização do setor de indústrias do Gama e a mudança de seu PDL atraiu os olhares das construtoras do ramo imobiliário e interesses governamentais, para primeiramente o estudo da mudança do diretório da área, possibilitando a implantação de residenciais multifamiliares.

Baseado na 1ª etapa de modificação e expansão da instalação realizada pela CAESB, este projeto segue as mesmas premissas para o dimensionamento das quadras QI-06 e QI-07 da Zona Leste, para a avaliação das pressões disponíveis para ligações prediais dos futuros empreendimentos.

Através do método de dimensionamento de rede em malha, os cálculos realizados na 1ª etapa, foi possível concluir que a expansão a ser realizada, atenderá aos requisitos estabelecidos pela NBR12218/94, como demonstrado nos Quadros 10 e 11, onde as pressões disponíveis mínima e máxima a montante foram respectivamente 27,99 m.c.a. e 36,57 m.c.a.. E as pressões disponíveis mínima e máxima a jusante foram respectivamente 28,00 m.c.a. e 36,94 m.c.a..

Os valores encontrados para pressão dinâmica mínima na rede se mantiveram superiores aos 10 m.c.a., recomendados para rede de abastecimento de água pela NBR 12218/94. Assim, as presentes condições garantem o perfeito funcionamento para as taxas de ocupação futura.

REFERÊNCIAS

- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 12211. Estudos de concepção de sistemas públicos de abastecimento de água – Procedimento.
- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 12211 NB 587. Estudos de concepção de sistemas públicos de abastecimento de água pré-existentes.
- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 12217. Projeto de reservatório de distribuição de água para abastecimento público – Procedimento.
- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 12218. Projeto de rede de distribuição de água para abastecimento público. 1994.
- BRASIL. Decreto-Lei nº 207, de 6 de agosto 1994. Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais, S.A., e Decreto Regulamentar nº 23/95, de 23 de Agosto.
- BRASIL. Projeto 02:009.30-008/1993 CB-02 - Comitê Brasileiro de Construção Civil.
- BRASIL. Portaria Ministério da Saúde Nº1439. Dezembro de 2000.
- BRASIL. Portaria Ministério da Saúde Nº 2914. 12 de dezembro de 2011.
- CAESB – Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal. CE-02:009.30 - Comissão de Estudo de Sistema de Abastecimento de água.
- CAESB – Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal. PASSG – Memorando 37827. 2009.

- CAESB – Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal. Projeto básico da setorização da rede de distribuição do Gama 1ª etapa – Setor RAP-GA1 Zona Alta e Setor de Indústria. 2009.
- CAESB – Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal. . Viabilidade Técnica EPRC-10/015.
- CASAN – Companhia Santa Catarinense de Águas e Saneamento. Manual de Serviços de Instalação Predial de Água e Esgotos Sanitários. 2008.
- CONCREMAT. Estudo de Consolidação de Dados e Concepção do Sistema, A.RED.GAM.005.I – Tomo 1.
- FORCINITO, Filipe Pereira. Aplicação de Válvulas Redutoras de Pressão na Redução de Perdas Reais em Redes de Distribuição de Água na Unidade de Negócio Leste – SABESP. 2009.
- MENEZES, Carlos Eduardo. Controle de Pressão e Combate às Perdas Físicas no Sistema de Abastecimento de Água. 2006.
- MOREIRA, Miguel. A Equação de Bernoulli da Hidráulica. Agosto de 2007
- TELES, Elvilson Pires Sá. Estudo de Otimização do Sistema de Abastecimento de água de São Cristóvão / Ovo da Ema com o EPANET. Setembro de 2008.
- OKUMURA E RAMIREZ, Daniel Barbosa, Luis Roberto Lima. Estudo de Concepção da Rede de Abastecimento de Água para a Vila Joazina/Ilha do Governador. Setembro de 2012.